

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]In a shape tracing method which pursues shape which shows an image of an object of a tracking target in a picture caught by view of a visual sensor, By performing autocorrelation arithmetic about each frame of an inputted image from said visual sensor, Ask for a feature image which consists of a luminance change point in said inputted image, and a cross correlation operation with a template which shows said feature image and an object of said tracking target is performed, A shape tracing method, wherein correlation with said feature image and said template considers it as a position of shape which detects the highest position and shows an object of a tracking target based on an acquired correlation value.

[Claim 2]A shape tracing method measuring distance with an object of a tracking target, embracing said distance in the shape tracing method according to claim 1, expanding or reducing a template, and presenting a cross correlation operation with a feature image.

[Claim 3]A picture caught by view of the 1st visual sensor, comprising:

An autocorrelation arithmetic means to perform autocorrelation arithmetic about each frame of an inputted image from said 1st visual sensor in a shape tracking device which pursues shape which shows an image of an object of a tracking target.

A cross correlation calculating means which performs a cross correlation operation with a template which shows an object of said autocorrelation arithmetic result and said tracking target.

A detection means to detect a position with the highest correlation with a feature image obtained as said autocorrelation arithmetic result, and said template based on said cross correlation result of an operation.

[Claim 4]The shape tracking device comprising according to claim 1:

A distance measurement means to measure distance with an object of a tracking target.

A template adjustment device which embraces distance with said tracking target, and expands or reduces a template and with which processing of a cross correlation calculating means is presented.

[Claim 5]The shape tracking device comprising according to claim 4:

The 2nd visual sensor with which a distance measurement means has been arranged with an optic axis of the 1st visual sensor, and a predetermined relation.

A correlation arithmetic means which performs a cross correlation operation of each frame of an inputted image obtained from said 1st visual sensor and said 2nd visual sensor, respectively according to a detection result by a detection means.

A detection result by said detection means.

A three-dimensional measurement means which searches for a three-dimensional position of an object of a tracking target based on the result of an operation by said correlation arithmetic means.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JP0 and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Field of the Invention]This invention relates to the shape tracking device which applied the shape tracing method and this shape tracing method for pursuing recognizing the object caught in the view. In the assembly line of a factory, etc., shape pursuit art was used for selection of the fittings by an assembling robot, etc., has recognized the shape of the target parts, pursued the position, made it possible to take up selectively, and has contributed to efficiency improving, such as assembly operation. Since the special environment where lighting conditions etc. are uniformly controlled by such a use artificially, and a specific object is arranged in the fixed direction is given, The shape pursuit art simplified dramatically of recognizing the shape where the target object was seen from the specific direction, and pursuing the position is used. On the other hand, when it is going to realize the robot with which human being's work is assisted in institutions, such as the outdoors, an office, a hospital, and a hotel. In order to pursue the position change like human being, recognizing objective shape flexibly, in the general environment where conditions change spatially in time, applicable shape pursuit art is needed.

[0002]

[Description of the Prior Art]In the shape pursuit art which assembles from the former and is put in practical use with the line etc., by controlling lighting strictly, the target object is illuminated with fixed illumination and it is the requisite to acquire a picture with fixed contrast. The target object is limited very much to a small number, the shape is constant, the distance of an object body and a visual sensor is constant, and each part article is strictly positioned also in the case where ride on a band conveyor, for example and parts are carried etc.

[0003]For this reason, the picture of the object body caught by the view of the visual sensor can expect to be almost the same as that of the template currently held beforehand. Therefore, it is possible to detect the image of the object body caught in the view, and to pursue the position by performing template matching processing as it is to the acquired picture.

[0004]And what is necessary is just to operate at the rate of the grade with which the productivity of an assembly line etc. is filled under special conditions which were mentioned above and which were fixed. On the other hand, in a general environment, even the illumination of the lighting which illuminates an object, and its color temperature change with the relative positions of change of the weather, or a window and the object of a recognition object in time, spatially, and a lot.

[0005]For this reason, the contrast of the picture which a visual sensor catches is changed in time, further, in the case where the color temperature of lighting changes etc., not only to the luminosity of the target object but to a color, changes and is caught. Also in the case where it is going to recognize the object of a simple cube type as the relative position of an object and a visual sensor is unfixed, for example, shown in drawing 10 (a), According to the physical relationship of the target object and visual sensor, as shown in drawing 10 (b) and (c), it is necessary to take into consideration that the shape of the appearance of the object caught by the view of the visual sensor changes.

[0006]And in the use which touches human being, it is necessary to pursue the target object at

high speed under the conditions changed in this way. By the way, histogram processing, a differential process, etc. are known as art for corresponding to an illuminance change. Histogram processing by asking for the frequency distribution of a luminance value, normalizing this frequency distribution about at least one copy of the acquired picture, and changing into standard distribution that that integral value increases linearly, It is the art whose distribution in a luminance axis improves the contrast of a local picture.

[0007]For example, by performing this processing to the picture of the low contrast obtained under low illumination, and extending distribution of a luminance value as shown in drawing 11 (a) to a luminance axial direction, The frequency distribution on a luminance axis can change into the picture according to standard distribution (refer to drawing 11 (b)), and the contrast of a picture can be improved. Thereby, the difference in the contrast by the difference among lighting conditions is removed, and it becomes possible to treat the picture acquired on various lighting conditions as a picture acquired under fixed illumination.

[0008]On the other hand, a differential process is processing which extracts the change point of the shade in a picture, i.e., edge, using a 3x3-pixel filter etc. Since a shade change point does not change even if the concentration distribution itself obtained as a picture by change of illumination changes, the feature of the picture by change of lighting conditions can be extracted by extracting edge by a differential process.

[0009]Thus, the profiling information of the object which is not influenced by lighting as resemble performing a differential process can be extracted, and template matching processing etc. can be presented. LSI only for correlation operation which, on the other hand, searches for the continuous correlation between frames at high speed from the necessity in animation compression technology is developed, The application to template matching is expected (the 9th Robotics Society of Japan academic lecture meetings, such as "a vision system (the 1st news and the 2nd news) with a high-speed correlation operation function", and Tetsuya Tachikawa, PP.839-842).

[0010]The technique of this literature computes the correlation degree of the gray level of an incorporation picture, and a template using LSI only for correlation operation, is detecting a position with the highest correlation as a position of the object which a template shows, and realizes template matching.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]By the way, although the histogram processing mentioned above can improve the contrast which fell by illumination change, luminance distribution is amended mechanically and the information about the shape of the object caught by the view is not used.

[0012]for this reason, a template — when the color of a person's dress and the color of the dress of the person of a tracking target which were given by carrying out differ from each other, it will become impossible to confuse the difference in a color with the difference in luminosity, to perform the mistaken compensation process, and to remove change by lighting Since it is such, histogram processing is insufficient as pretreatment of template matching.

[0013]In a differential process, as mentioned above, an objective outline can be extracted irrespective of an illuminance change, but since this outline is obtained as a line drawing, it is difficult to apply to template matching for pursuing the object which moves as it is. Because, as shown in drawing 10 according to change of the relative position of the object of a tracking target, and a visual sensor, when the shape of objective appearance changes, even if it piles up the template showing the line drawing in which the outline of this object that changed is shown, and original shape, It is because the high degree of coincidence is not necessarily obtained.

[0014]As a technique for applying a differential image to template matching, by covering a filter over a differential image at a multi stage story, as shown in drawing 10 (d), the technique of improving the degree of coincidence with a template is also proposed by dulling the line drawing showing an outline (refer to drawing 11 (e)).

[0015]However, since the differential process itself takes time and also it is necessary to perform many steps filtering further, processing time will become very long. The technique which, on the other hand, uses LSI only for correlation operation mentioned above is a technique which

accelerates the template matching itself, and, thereby, becomes possible [real time processing] for template matching processing enough. However, in order to apply this technique, it is the requisite beforehand that the influence by illumination change is removed from the picture which is the target of correlation operation.

[0016] Thus, if the Prior art was extended simply and tackled considering the correspondence and template matching to illumination change as each problem, It is difficult to realize the shape tracking device which it takes time the processing for removing especially illumination change, and pursues an object in real time under natural environment. An object of this invention is to provide the shape tracing method and device which can pursue shape in real time in general environment by processing the correspondence and template matching to illumination change as a problem of one.

[0017]

[Means for Solving the Problem] Drawing 1 (a) and (b) is a figure showing a principle of a shape tracing method of claim 1 and claim 2, respectively. In a shape tracing method which pursues shape which shows an image of an object of a tracking target in a picture an invention of claim 1 was realized to be by view of a visual sensor, By performing autocorrelation arithmetic about each frame of an inputted image from a visual sensor, Ask for a feature image which consists of a luminance change point in an inputted image, and a cross correlation operation with a template which shows a feature image and an object of a tracking target is performed, Based on an acquired correlation value, correlation with a feature image and a template detects the highest position, and considers it as a position of shape which shows an object of a tracking target.

[0018] An invention of claim 1 by asking for autocorrelation of an inputted image and extracting a luminance change point of an inputted image, By using that a feature image in which the feature of an inputted image is shown irrespective of change of lighting conditions is obtained, and presenting template matching processing with this feature image, Correspondence to illumination change in general environment and extraction of the feature with which template matching processing is presented can be processed as a problem of one.

[0019] In this case, since both sides of extracting processing of the feature and template matching processing can be realized by correlation operation processing which can be processed at high speed as mentioned above, it becomes possible to pursue shape in real time in general environment. In the shape tracing method according to claim 1, an invention of claim 2 measures distance with an object of a tracking target, embraces distance, expands or reduces a template, and presents a cross correlation operation with a feature image with it.

[0020] Since the invention of claim 2 can present cross correlation processing with a template near a size of an image of a tracking target expected in an inputted image by adjusting a size of a template according to distance with an object of a tracking target, By this cross correlation processing, change of a correlation value with a steep peak can be obtained, accuracy of template matching can be improved, and accuracy of shape tracking processing can be improved.

[0021] Drawing 2 is a principle block diagram of a shape tracking device of this invention. As for this invention, an invention of claim 3 is characterized by that a picture caught by view of the 1st visual sensor 101 comprises the following.

An autocorrelation arithmetic means 111 to perform autocorrelation arithmetic about each frame of an inputted image from the 1st visual sensor 101 in a shape tracking device which pursues shape which shows an image of an object of a tracking target.

The cross correlation calculating means 112 which performs a cross correlation operation with a template which shows an object of an autocorrelation arithmetic result and a tracking target.

A detection means 113 to detect a position with the highest correlation with a feature image and a template which are obtained as an autocorrelation arithmetic result based on the cross correlation result of an operation.

[0022] An invention of claim 3 extracts the feature of an inputted image obtained with the 1st visual sensor 101 by the autocorrelation arithmetic means 111, By presenting processing of the cross correlation calculating means 112 and the detection means 113 with a feature image and a

template which were obtained, template matching processing can be performed at high speed paying attention to the feature of an inputted image without regards to change of lighting conditions.

[0023] Thus, by correlation operation processing which can be processed at high speed, since both sides of extracting processing of the feature and template matching processing are realizable, For example, it becomes possible by attaining improvement in the speed of correlation operation processing to pursue shape in real time in general environment using LSI only for correlation operation mentioned above. An invention of claim 4 is [this invention] characterized by that the shape tracking device according to claim 1 comprises the following.

A distance measurement means 114 to measure distance with an object of a tracking target. The template adjustment device 115 which embraces distance with a tracking target, and expands or reduces a template and with which processing of the cross correlation calculating means 112 is presented.

[0024] The invention of claim 4 can present cross correlation processing by the cross correlation calculating means 112 with a template near a size of an image of a tracking target expected in an inputted image by presenting processing of the template adjustment device 115 with a measuring result by the distance measurement means 114. Change of a correlation value which has a steep peak by this as the result of an operation by the cross correlation calculating means 112 is obtained, by the detection means 113, since higher accuracy can estimate a correlation degree, accuracy of template matching can be improved and accuracy of shape tracking processing can be improved.

[0025] In the shape tracking device according to claim 4, an invention of claim 5 the distance measurement means 114, An optic axis of the 1st visual sensor 101, and the 2nd visual sensor 102 arranged with a predetermined relation, The correlation arithmetic means 121 which performs a cross correlation operation of each frame of an inputted image obtained from the 1st visual sensor 101 and 2nd visual sensor, respectively according to a detection result by the detection means 113, Based on a detection result by the detection means 113, and the result of an operation by the correlation arithmetic means 121, it is characterized by being the composition provided with the three-dimensional measurement means 122 which searches for a three-dimensional position of an object of a tracking target.

[0026] An invention of claim 5 about an inputted image obtained with the 2nd visual sensor 102, and an inputted image obtained with the 1st visual sensor 101. When the correlation arithmetic means 121 performs cross correlation processing and the three-dimensional measurement means 122 operates based on a correspondence position shown with a correlation degree, In two inputted images, distance with a tracking target can be found using picture information which a portion corresponding to an image of an object of a tracking target occupies.

[0027]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, based on a drawing, the embodiment of this invention is described in detail. The embodiment of the shape tracking device of claim 3 is shown in drawing 3. (In addition, the embodiment of an invention of the shape tracing method of claim 1 and claim 2 is mentioned later.)

The picture caught with the camera 201 equivalent to the 1st visual sensor 101 in the shape tracking device shown in drawing 3, It is changed into a digital image by the analog-to-digital (A/D) conversion circuit 202, and has composition stored in the original image memory 204 via the image memory control section 203.

[0028] In this shape tracking device, LSI 205 only for correlation operation, According to the directions from the operation control part 206, correlation operation to the image data received via the image memory control section 203 mentioned above is performed, and it has composition which sends out the result of an operation to the feature image storage 207 or the matching result storage 208 via the image memory control section 203.

[0029] In drawing 3, the template storage 209 stores the template for pursuit showing the object of a tracking target, and has composition with which conducts matching with the feature image mentioned later is presented. Here, how to extract the feature of a picture is explained using

autocorrelation. If each divides an original image into two or more fields which consist of a $n \times m$ pixel, a part of each field is made into the template about the field and correlation is searched for about these template and each field, respectively, Distribution (a distortion map is called hereafter) of the correlation value showing the autocorrelation about each field of an original image can be acquired.

[0030]In this case, as shown in drawing 4 (a), the operation control part 206, for example, For every field of the original image memory 204, start the $k \times l$ pixel of the center portion as a template for autocorrelation, and via the image memory control section 203, What is necessary is to input each field and the corresponding template for autocorrelation into LSI205 only for correlation operation, respectively, and just to direct calculation of a correlation value, shifting this template for autocorrelation little by little in a corresponding field.

[0031]When only a pixel (V_x, V_y) shifts a template picture to an object domain, LSI205 only for correlation operation, The absolute value of difference with each pixel of a template picture and the inputted image of an object domain is added, it asks for the total, and this is outputted as a correlation value corresponding to the displacement to a template and an object domain. Therefore, when the picture of an object domain has uniform concentration distribution, the correlation value in an object domain is not based on displacement (V_x, V_y) of a template, but it is almost fixed and a flat distortion map is obtained.

[0032]As shown in drawing 4 (b) on the other hand, when concentration distribution changes to x shaft orientations in an object domain (i.e., when the object domain contains edge), as shown in drawing 4 (c), the distortion map which has big boom hoisting to displacement of x shaft orientations is obtained. In this distortion map, a big correlation value is acquired as the absolute value of displacement of x shaft orientations of the template for autocorrelation and an object domain becomes large, and on the other hand about change of displacement of y shaft orientations, the correlation value is not changing.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-124676

(43)Date of publication of application : 15.05.1998

(51)Int.Cl. G06T 7/00
B25J 19/04
H04N 7/18

(21)Application number : 08-282273

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 24.10.1996

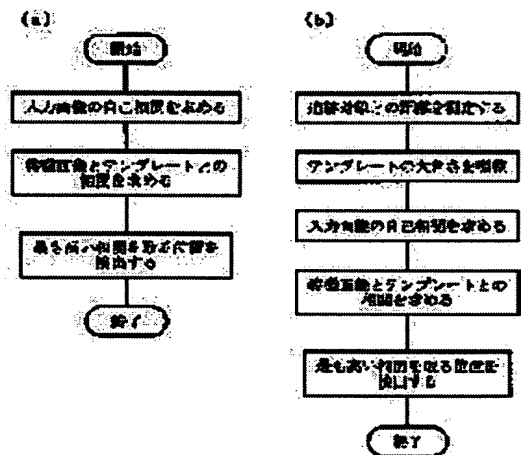
(72)Inventor : WAKITANI JUN

(54) METHOD FOR TRACING SHAPE AND DEVICE THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a shape tracing method and device in which a shape can be traced in real time in a normal environment.

SOLUTION: In a shape tracing method for tracing a shape indicating the image of an object to be traced in an image captured in the field of a vision sensor, the auto-correlation of each frame of an input image from the vision sensor is operated so that a characteristic image constituted of luminance changing points in the input image can be obtained. Then, a cross-correlation operation between the characteristic image and a template indicating the object to be traced is carried out, and a position at which correlation between the characteristic image and the template is the highest is detected based on the obtained correlation value, and defined as the position of the shape indicating the object to be traced.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-124676

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月15日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 6 T 7/00

G 0 6 F 15/70

4 6 0 A

B 2 5 J 19/04

B 2 5 J 19/04

H 0 4 N 7/18

H 0 4 N 7/18

G

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平8-282273

(22) 出願日

平成8年(1996)10月24日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 脇谷 潤

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 古谷 史旺 (外1名)

(54) 【発明の名称】 形状追跡方法および装置

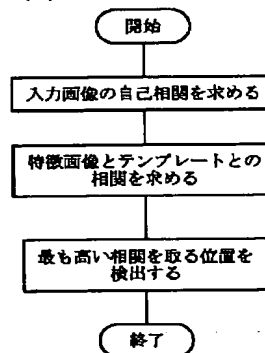
(57) 【要約】

【課題】 一般的な環境において実時間で形状を追跡可能な形状追跡方法および装置を提供することを目的とする。

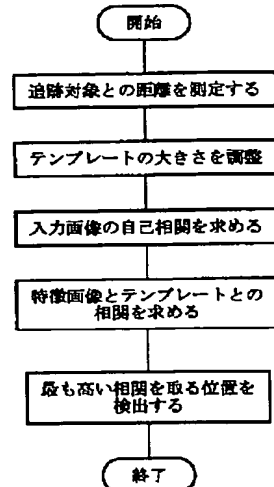
【解決手段】 視覚センサの視野に捉えられた画像において、追跡対象の物体の像を示す形状を追跡する形状追跡方法において、視覚センサからの入力画像の各フレームについて自己相関演算を行うことにより、入力画像における輝度変化点からなる特徴画像を求め、特徴画像と追跡対象の物体を示すテンプレートとの相互相関演算を行い、得られた相関値に基づいて、特徴画像とテンプレートとの相関が最も高い位置を検出し、追跡対象の物体を示す形状の位置とする。

本発明の形状追跡方法の原理を示す図

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 視覚センサの視野に捉えられた画像において、追跡対象の物体の像を示す形状を追跡する形状追跡方法において、
前記視覚センサからの入力画像の各フレームについて自己相関演算を行うことにより、前記入力画像における輝度変化点からなる特徴画像を求め、
前記特徴画像と前記追跡対象の物体を示すテンプレートとの相互相関演算を行い、
得られた相関値に基づいて、前記特徴画像と前記テンプレートとの相関が最も高い位置を検出し、追跡対象の物体を示す形状の位置とすることを特徴とする形状追跡方法。

【請求項2】 請求項1に記載の形状追跡方法において、
追跡対象の物体との距離を計測し、
前記距離に応じて、テンプレートを拡大または縮小して、特徴画像との相互相関演算に供することを特徴とする形状追跡方法。

【請求項3】 第1の視覚センサの視野に捉えられた画像において、追跡対象の物体の像を示す形状を追跡する形状追跡装置において、
前記第1の視覚センサからの入力画像の各フレームについて、自己相関演算を行う自己相関演算手段と、
前記自己相関演算結果と前記追跡対象の物体を示すテンプレートとの相互相関演算を行う相互相関演算手段と、
前記相互相関演算結果に基づいて、前記自己相関演算結果として得られる特徴画像と前記テンプレートとの相関が最も高い位置を検出する検出手段とを備えたことを特徴とする形状追跡装置。

【請求項4】 請求項1に記載の形状追跡装置において、
追跡対象の物体との距離を計測する距離計測手段と、
前記追跡対象との距離に応じて、テンプレートを拡大または縮小して、相互相関演算手段の処理に供するテンプレート調整手段とを備えたことを特徴とする形状追跡装置。

【請求項5】 請求項4に記載の形状追跡装置において、
距離計測手段は、
第1の視覚センサの光軸と所定の関係を持って配置された第2の視覚センサと、
検出手段による検出結果に応じて、前記第1の視覚センサと前記第2の視覚センサとからそれぞれ得られる入力画像の各フレームの相互相関演算を行う相関演算手段と、
前記検出手段による検出結果と、前記相関演算手段による演算結果とに基づいて、追跡対象の物体の3次元位置を求める3次元計測手段とを備えた構成であることを特徴とする形状追跡装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、視野内に捉えた物体を認識しつつ追跡するための形状追跡方法およびこの形状追跡方法を適用した形状追跡装置に関するものである。形状追跡技術は、工場の組立ラインなどにおいて、組立ロボットによる取り付け部品の選択などに利用されており、対象となる部品の形状を認識してその位置を追跡し、選択的に取り上げることを可能として、組立作業などの能率向上に寄与している。このような用途では、人為的に照明条件などが一定に制御され、また、特定の物体が一定の向きで配置される特殊な環境を与えられているため、対象となる物体を特定の方向から見た形状を認識してその位置を追跡するという、非常に単純化された形状追跡技術が利用されている。これに対して、屋外やオフィス、病院、ホテルなどの施設において、人間の作業を補助するロボットを実現しようとした場合には、人間と同様に、柔軟に物体の形状を認識しつつその位置変化を追跡するために、時間的空間的に条件が変化する一般的な環境において適用可能な形状追跡技術が必要となる。

【0002】

【従来の技術】従来から組み立てラインなどで実用化されている形状追跡技術では、照明を厳密に制御することにより、一定の照度で対象となる物体を照らし、一定のコントラストを持つ画像を得ることが前提となっている。また、対象となる物体がごく少数に限定されており、その形状は一定である上、対象物体と視覚センサとの距離は一定であり、また、例えばベルトコンベアに乗って部品が運ばれてくる場合などにおいても、各部品は厳密に位置決めされている。

【0003】このため、視覚センサの視野に捉えられた対象物体の画像は、予め保持しているテンプレートとほとんど同一であることが期待できる。したがって、得られた画像に対して、そのままテンプレートマッチング処理を行うことにより、視野内に捉えられた対象物体の像を検出し、その位置を追跡することが可能である。

【0004】しかも、上述したような固定化した特殊な条件の下で、組立ラインなどの生産性を満たす程度の速度で動作すればよい。これに対して、一般的な環境では、天候の変化や窓と認識対象の物体との相対位置により、物体を照らす照明の照度そしてその色温度までもが、時間的にも空間的にも大きく変化する。

【0005】このため、視覚センサが捉える画像のコントラストは時間的に変動し、更に、照明の色温度が変化した場合などにおいては、対象となる物体の輝度だけでなく、色までも変化して捉えられる。また、物体と視覚センサとの相対位置は不定であり、例えば、図10(a)に示すような単純な箱形の物体を認識しようとする場合においても、対象となる物体と視覚センサとの位置関係

に応じて、図10(b)、(c)に示すように、視覚センサの視野に捉えられた物体の見かけの形状が変化することを考慮する必要がある。

【0006】しかも、人間と接する用途においては、このように変動する条件下で、対象となる物体を高速に追跡する必要がある。ところで、照度変化に対応するための技術としては、ヒストグラム処理や微分処理などが知られている。ヒストグラム処理は、得られた画像の少なくとも1部について、輝度値の度数分布を求め、この度数分布を正規化し、その積分値が直線的に増大するような標準的な分布に変換することにより、輝度軸における分布が局所的となっている画像のコントラストを向上する技術である。

【0007】例えば、低い照度の下で得られた低コントラストの画像に対してこの処理を行い、図11(a)に示すような輝度値の分布を輝度軸方向に引き延ばすことにより、輝度軸上の度数分布が標準的な分布(図11(b)参照)に従う画像に変換し、画像のコントラストを向上することができる。これにより、照明条件の違いによるコントラストの違いを取り除き、様々な照明条件で得られた画像を一定の照度の下で得られた画像として扱うことが可能となる。

【0008】一方、微分処理は、 3×3 画素のフィルタなどを用いて、画像における濃淡の変化点、すなわちエッジを抽出する処理である。照度の変動により画像として得られる濃度分布そのものが変化しても、濃淡変化点は変化しないので、微分処理によってエッジを抽出することにより、照明条件の変動によらない画像の特徴を抽出することができる。

【0009】このように、微分処理を行うことにより、照明の影響を受けない物体の輪郭情報を抽出し、テンプレートマッチング処理などに供することができる。また一方、動画圧縮技術における必要性から、連続するフレーム相互の相関を高速に求める相関演算専用LSIが開発されており、テンプレートマッチングへの応用が期待されている(「高速相関演算機能を持つビジョンシステム(第1報および第2報)」、立川哲也等、第9回日本ロボット学会学術講演会、PP.839-842)。

【0010】この文献の技法は、取り込み画像の濃淡値とテンプレートとの相関度を相関演算専用LSIを用いて算出し、もっとも相関の高い位置をテンプレートが示す物体の位置として検出することで、テンプレートマッチングを実現するものである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したヒストグラム処理は、照度変動によって低下したコントラストを向上することができるが、輝度分布を機械的に補正しており、視野に捉えられた物体の形状に関する情報を利用していない。

【0012】このため、例えば、テンプレートととして

与えられた人物の服の色と追跡対象の人物の服の色とが異なっている場合に、色の違いを輝度の違いと混同し、誤った補正処理が行われてしまう可能性があり、照明による変動を除去できなくなってしまう。このようなことから、ヒストグラム処理では、テンプレートマッチングの前処理としては不十分である。

【0013】また、微分処理では、上述したように、照度変化にかかわらず物体の輪郭を抽出することができるが、この輪郭は線画として得られるので、そのまま移動する物体を追跡するためのテンプレートマッチングに適用するのは困難である。なぜなら、追跡対象の物体と視覚センサとの相対位置の変化に応じて、図10に示したように物体の見かけの形状が変化した場合に、この変形した物体の輪郭を示す線画と本来の形状を表すテンプレートとを重ね合わせても、必ずしも高い一致度が得られるとは限らないからである。

【0014】微分画像をテンプレートマッチングに適用するための技法としては、微分画像にフィルタを多段階にかけることにより、図10(d)に示すように、輪郭を表す線画をなまらせることにより、テンプレートとの一致度を向上する手法も提案されている(図11(e)参照)。

【0015】しかしながら、微分処理そのものにも時間がかかる上に、更に、何段階もフィルタ処理を施す必要があるため、処理時間が非常に長くなってしまふ。また一方、上述した相関演算専用LSIを利用する技法は、テンプレートマッチング自体を高速化する技法であり、これにより、テンプレートマッチング処理は十分に実時間処理が可能となる。しかし、この技法を適用するためには、予め、相関演算の対象となる画像から照度変動による影響が取り除かれていることが前提となっている。

【0016】このように、従来の技術を単純に延長し、照度変動への対応とテンプレートマッチングとを個々の問題として取り組んでいったのでは、特に照度変動を除去するための処理に時間がかかり、自然な環境の下で、実時間で物体を追跡する形状追跡装置を実現することは困難である。本発明は、照度変動への対応とテンプレートマッチングとを一体の問題として処理することにより、一般的な環境において実時間で形状を追跡可能な形状追跡方法および装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】図1(a)、(b)は、それぞれ請求項1および請求項2の形状追跡方法の原理を示す図である。請求項1の発明は、視覚センサの視野に捉えられた画像において、追跡対象の物体の像を示す形状を追跡する形状追跡方法において、視覚センサからの入力画像の各フレームについて自己相関演算を行うことにより、入力画像における輝度変化点からなる特徴画像を求め、特徴画像と追跡対象の物体を示すテンプレートとの相互相関演算を行い、得られた相関値に基づいて、特

微画像とテンプレートとの相関が最も高い位置を検出し、追跡対象の物体を示す形状の位置とすることを特徴とする。

【0018】請求項1の発明は、入力画像の自己相関を求めて、入力画像の輝度変化点を抽出することにより、照明条件の変動にかかわらず、入力画像の特徴を示す特徴画像が得られることを利用し、この特徴画像をテンプレートマッチング処理に供することにより、一般的な環境における照度変動への対応とテンプレートマッチング処理に供する特徴の抽出とを一体の問題として処理することができる。

【0019】この場合は、上述したように、特徴の抽出処理とテンプレートマッチング処理との双方が、高速に処理可能な相関演算処理によって実現できるので、一般的な環境において実時間で形状を追跡することが可能となる。請求項2の発明は、請求項1に記載の形状追跡方法において、追跡対象の物体との距離を計測し、距離に応じて、テンプレートを拡大または縮小して、特徴画像との相互相関演算に供することを特徴とする。

【0020】請求項2の発明は、追跡対象の物体との距離に応じて、テンプレートの大きさを調整することにより、入力画像において期待される追跡対象の像の大きさに近いテンプレートを相互相関処理に供することができるので、この相互相関処理によって、急峻なピークを持つ相関値の変動が得られ、テンプレートマッチングの精度を向上し、形状追跡処理の精度を向上することができる。

【0021】図2は、本発明の形状追跡装置の原理ブロック図である。請求項3の発明は、第1の視覚センサ101の視野に捉えられた画像において、追跡対象の物体の像を示す形状を追跡する形状追跡装置において、第1の視覚センサ101からの入力画像の各フレームについて、自己相関演算を行う自己相関演算手段111と、自己相関演算結果と追跡対象の物体を示すテンプレートとの相互相関演算を行う相互相関演算手段112と、相互相関演算結果に基づいて、自己相関演算結果として得られる特徴画像とテンプレートとの相関が最も高い位置を検出する検出手段113とを備えたことを特徴とする。

【0022】請求項3の発明は、自己相関演算手段111により、第1の視覚センサ101で得られた入力画像の特徴を抽出し、得られた特徴画像とテンプレートとを相互相関演算手段112および検出手段113の処理に供することにより、照明条件の変化にかかわらず入力画像の特徴に注目して、高速にテンプレートマッチング処理を行うことができる。

【0023】このように、高速に処理可能な相関演算処理によって、特徴の抽出処理とテンプレートマッチング処理との双方を実現できるので、例えば、上述した相関演算専用LSIを利用して、相関演算処理の高速化を図ることにより、一般的な環境において実時間で形状を追

跡することが可能となる。請求項4の発明は、請求項1に記載の形状追跡装置において、追跡対象の物体との距離を計測する距離計測手段114と、追跡対象との距離に応じて、テンプレートを拡大または縮小して、相互相関演算手段112の処理に供するテンプレート調整手段115とを備えたことを特徴とする。

【0024】請求項4の発明は、距離計測手段114による計測結果をテンプレート調整手段115の処理に供することにより、入力画像において期待される追跡対象の像の大きさに近いテンプレートを相互相関演算手段112による相互相関処理に供することができる。これにより、相互相関演算手段112による演算結果として、急峻なピークを持つ相関値の変動が得られ、検出手段113により、より高い精度で相関度を評価することができるので、テンプレートマッチングの精度を向上し、形状追跡処理の精度を向上することができる。

【0025】請求項5の発明は、請求項4に記載の形状追跡装置において、距離計測手段114は、第1の視覚センサ101の光軸と所定の関係を持って配置された第2の視覚センサ102と、検出手段113による検出結果に応じて、第1の視覚センサ101と第2の視覚センサとからそれぞれ得られる入力画像の各フレームの相互相関演算を行う相関演算手段121と、検出手段113による検出結果と、相関演算手段121による演算結果とに基づいて、追跡対象の物体の3次元位置を求める3次元計測手段122とを備えた構成であることを特徴とする。

【0026】請求項5の発明は、第2の視覚センサ102で得られた入力画像と第1の視覚センサ101で得られた入力画像とについて、相関演算手段121によって相互相関処理を行い、相関度によって示される対応位置に基づいて、3次元計測手段122が動作することにより、2つの入力画像において、追跡対象の物体の像に対応する部分が占める画像情報を用いて、追跡対象との距離を求めることができる。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて、本発明の実施形態について詳細に説明する。図3に、請求項3の形状追跡装置の実施形態を示す。（なお、請求項1・請求項2の形状追跡方法の発明の実施形態については後述する。）

図3に示した形状追跡装置において、第1の視覚センサ101に相当するカメラ201によって捉えられた画像は、アナログ/デジタル(A/D)変換回路202によってデジタル画像に変換され、画像メモリ制御部203を介して、原画像メモリ204に格納される構成となっている。

【0028】この形状追跡装置において、相関演算専用LSI205は、演算制御部206からの指示に応じて、上述した画像メモリ制御部203を介して受け取

た画像データに対する相関演算を行い、演算結果を画像メモリ制御部203を介して特徴画像格納部207あるいは、マッチング結果格納部208に送出する構成となっている。

【0029】また、図3において、テンプレート格納部209は、追跡対象の物体を表す追跡用テンプレートを格納しており、後述する特徴画像とのマッチング処理に供する構成となっている。ここで、自己相関を利用して、画像の特徴を抽出する方法について説明する。原画像をそれぞれが $n \times m$ 画素からなる複数の領域に分割し、各領域の一部をその領域についてのテンプレートとし、これらのテンプレートと各領域とについてそれぞれ相関を求めれば、原画像の各領域についての自己相関を表す相関値の分布（以下、ディストーションマップと称する）を得ることができる。

【0030】この場合に、演算制御部206は、例えば、図4(a)に示すように、原画像メモリ204の各領域ごとに、その中央部分の $k \times l$ 画素を自己相関用テンプレートとして切り出し、画像メモリ制御部203を介して、各領域と対応する自己相関用テンプレートとをそれぞれ相関演算専用LSI205に入力し、この自己相関用テンプレートに対応する領域において少しずつずらしながら相関値の算出を指示すればよい。

【0031】相関演算専用LSI205は、テンプレート画像を対象領域に対して (V_x, V_y) 画素だけずらしたときに、テンプレート画像と対象領域の入力画像の各画素との差分の絶対値を加算してその総和を求め、これをテンプレートと対象領域に対する変位に対応する相関値として出力する。したがって、対象領域の画像が一様な濃度分布を持っている場合は、対象領域における相関値は、テンプレートの変位 (V_x, V_y) によらずほぼ一定であり、平坦なディストーションマップが得られる。

【0032】一方、図4(b)に示すように、対象領域において濃度分布が x 軸方向に変化する場合、すなわち、対象領域がエッジを含んでいる場合は、図4(c)に示すように、 x 軸方向の変位に対して大きな起伏を持つディストーションマップが得られる。このディストーションマップにおいては、自己相関用テンプレートと対象領域との x 軸方向の変位の絶対値が大きくなるに従って大きな相関値が得られ、一方、 y 軸方向の変位の変化については相関値が変化していない。

【0033】つまり、ディストーションマップにおける起伏は、対象領域の画像に含まれるエッジの方向およびその強さを示しているから、この起伏の形状を解析することにより、対象領域の画像に含まれるエッジの方向と強さを判断することができる。すなわち、上述したようにして、入力画像の各領域について自己相関を求めることにより、入力画像に含まれるエッジを特徴として抽出することができ、入力画像に対して微分処理を行った場合とはほぼ同等の効果を得ることができる。

【0034】なお、特徴抽出処理の詳細に関しては、本出願人によって先に出願された整理番号9604215「特徴領域抽出法および装置」を参照されたい。このようにして得られたディストーションマップは、微分処理によって得られる輪郭をフィルタによってなまらせた画像と同様に、入力画像における大まかな特徴を示す特徴画像となっている。

【0035】例えば、図5(a)に示す入力画像に対して、上述した自己相関処理を行うことにより、図5(b)に示す特徴画像が得られる。この特徴画像においては、入力画像に対して通常の微分を行って得られた微分画像（図5(c)参照）に比べて、人物の服の柄などの細部が省略される代わりに、むしろ人物全体の輪郭などの大まかな特徴が強調されており、追跡対象の見かけの形状変化を考慮したテンプレートマッチング処理に適している。

【0036】更に、上述したようにして特徴を抽出することにより、時間的空間的に照明が変化する一般的な環境において、カメラ201によって捉えられた入力画像から、照明条件の変動による影響を除去することができる。また、相関演算専用LSI205は、各領域に関する自己相関演算を並列に処理可能であるので、上述した特徴画像の算出処理は、非常に短い時間で十分に処理できる。したがって、入力画像の各フレームを実時間で処理することが可能である。

【0037】このように、演算制御部206からの指示に応じて、画像メモリ制御部203および相関演算専用LSI205が動作することにより、請求項3で述べた自己相関演算手段111の機能を実現し、照明の変動による影響を除去するとともに、入力画像の大まかな特徴を表す特徴画像を高速に求めることができる。また、このようにして得られた特徴画像は、画像メモリ制御部203を介して特徴画像格納部207に格納され、以下に述べるテンプレートマッチング処理に供される。

【0038】この場合に、演算制御部206は、画像メモリ制御部203を介して、上述した特徴画像とテンプレート格納部209に格納された追跡用テンプレートとを相関演算専用LSI205に送出し、追跡用テンプレートと特徴画像との相関演算を指示すればよい。これに応じて、相関演算専用LSI205が、請求項3で述べた相互相関演算手段112として動作することにより、追跡用テンプレートの特徴画像上でスキャンした各変位 (V_x, V_y) に対する相関値 (S_{vx}, S_{vy}) が得られ、これらの相関値がマッチング結果格納部208を介して、追跡処理部210の処理に供される。

【0039】上述したように、各変位 (V_x, V_y) に対応する相関値 (S_{vx}, S_{vy}) は、該当する位置の特徴画像の各画素と追跡用テンプレートの各画素との差分の絶対値について総和をとったものであるから、追跡用テンプレートとの相関が最も高くなる位置において、相関値が最小値

をとると考えられる。したがって、図3に示した追跡処理部210において、最小値検出部211により、マッチング結果格納部208に格納された相関値から最小値を検出すれば、この最小値に対応する変位として、追跡対象の物体の像の位置を特定することができる。

【0040】すなわち、この最小値検出部211により、請求項3で述べた検出手段113の機能を実現し、特徴画像と追跡用テンプレートとの相関に基づいて追跡対象の物体の像の位置を求めることができる。このように、入力画像に自己相関演算を行うことによって得られる特徴画像と追跡用テンプレートとの相関を求めることにより、照明条件の変動への対応とテンプレートマッチングのための特徴抽出とを一体の問題として処理し、入力画像において、追跡用テンプレートで表される物体の像を追跡することが可能となる。

【0041】ここで、上述した自己相関処理と同様に、相関演算専用LSI205は、特徴画像と追跡用テンプレートとの相関演算も高速に実行することが可能であり、また、最小値検出部211による処理も短時間で実行可能である。したがって、図3に示した構成の形状追跡装置により、カメラ201からの入力画像の各フレームに応じて、請求項1で述べた形状追跡方法を用いて、特徴画像に基づいた追跡処理を実時間で処理することができる。

【0042】これにより、時間的空間的に変動する照明条件や視覚センサと追跡対象の物体との相対位置の変化に柔軟に対応し、カメラ201の視野に捉えられた物体の像を実時間で追跡することが可能となり、一般的な環境における実用に耐える形状追跡装置を提供することができる。また、図3に示したように、演算制御部206により、相関演算専用LSI205に入力する画像データを切り替えて、1つの相関演算専用LSI205により、自己相関演算手段111と相互相関演算手段112の機能を兼ねる構成とすることにより、形状追跡装置のハードウェア量を削減し、コストを抑えることができる。

【0043】更に、例えば、図3に示すように、座標変換部212を設け、上述した最小値検出部211で得られた変位(V_{xm} , V_{ym})からカメラ201の光軸の調整角を算出し、得られた調整角に応じて、ジンバル制御部213がジンバル機構214を駆動すれば、入力画像における追跡対象の物体の像の位置に応じて、カメラ201の向きを調整し、追跡対象の物体を常にカメラ201の視野の中央に捉えることができる。

【0044】また、形状追跡装置を移動可能な台車などに載せて、追跡結果をこの台車の制御に供することにより、例えば、ホテルや病院などの施設において、人物などを追跡するポーターロボットを実現することも可能である。図6に、請求項3の形状追跡装置を適用したポーターロボットの構成図を示す。図6において、ポーター

ロボットは、図3に示した形状追跡装置のジンバル機構214およびジンバル制御部213に代えて、モータ221およびモータ制御部222を備え、形状追跡装置を搭載した台車を並行移動させる構成となっている。

【0045】また、図6において、テンプレート作成部223は、例えば、ポーターロボットの起動時に、画像メモリ制御部203を介してカメラ201からの入力画像を受け取り、この入力画像から追跡用テンプレートを作成し、テンプレート格納部209に格納する構成となっている。このテンプレート作成部223は、例えば、追跡対象の人物の像として入力画像の中央部分を切り出し、この切り出した部分を追跡用テンプレートとして、テンプレート格納部209に格納すればよい。

【0046】このように、カメラ201からの画像入力に応じて、テンプレート作成部223が動作することにより、一般的に人物を表すテンプレートの代わりに、追跡対象の人物そのものの特徴を示す追跡用テンプレートを用いて追跡処理を行うことができる。これにより、追跡対象の個人の特徴を考慮して、形状追跡処理を実行することが可能となり、カメラ201の視野内に入ってきた他の人物などの影響を排除して、追跡精度を向上することができる。

【0047】また、追跡対象の人物を表す画像そのものの代わりに、その画像から抽出した特徴をテンプレートとして利用してもよい。例えば、テンプレート作成部223が入力画像から切り出した人物の像の部分に対して、上述したようにして自己相関処理を行い、得られた特徴画像を追跡用テンプレートとして、テンプレート格納部209に格納すればよい。

【0048】また、各フレームについて文字通りの自己相関演算を行う代わりに、直前のフレームの画像との間で相関演算を行ってもよい。この場合は、図7に示すように、図3に示した原画像メモリ204および特徴画像格納部204に代えて、2枚のフレームメモリ224a, 224bを用意し、画像メモリ制御部203が、カメラ201からの入力画像をこれらのフレームメモリ224a, 224bに交互に入力する構成とすればよい。

【0049】このとき、演算制御部206は、画像メモリ制御部203を介して、フレームメモリ224a, 224bに格納された連続する2つのフレームの画像を相関演算の対象として相関演算専用LSI205に入力すればよい。これに応じて相関演算専用LSI205によって得られる相関演算結果は、厳密には入力画像の自己相関ではない。しかし、連続する2つのフレーム間における画像の特徴の変化は十分に小さいから、この相関演算結果を擬似的な自己相関と考えることができる。

【0050】したがって、連続する2フレームの画像間の相関演算結果は、これらの画像の平均的な特徴を示す特徴画像として扱うことができ、この特徴画像を上述した自己相関による特徴画像と同様に、テンプレートマッ

チング処理に供することができる。このとき、画像メモリ制御部 203 は、演算制御部 206 からの指示に応じて、相関演算専用 LSI 205 によって得られた最初の演算結果を特徴画像として受け取り、直前のフレームが格納されたフレームメモリ 224 に格納すればよい。

【0051】次に、演算制御部 206 は、該当するフレームメモリ 224 の内容と追跡用テンプレートとを相関演算専用 LSI 205 に送出し、追跡用テンプレートについてのテンプレートマッチング処理に供すればよい。このように、連続する 2 フレームに関する相関演算により、2 フレームの画像の平均的な特徴を示す特徴画像を得ることにより、追跡対象の見かけの形状変化などにより柔軟に対応することが可能となり、テンプレートマッチングの精度を向上することができる。

【0052】また、入力画像の各領域から自己相関用テンプレートをそれぞれ切り出してその領域の画像とともに相関演算専用 LSI 205 に送出する代わりに、単純に、2 つのフレームメモリ 224 a, 224 b の内容を送出すればよいので、特徴画像を作成する際の演算制御部 206 の処理を単純化することができる。また、上述したように、2 つのフレームメモリ 224 a, 224 b を切り替えて利用する構成とすれば、図 3 に示した構成と同等のハードウェア量で形状追跡装置を実現することができる。

【0053】更に、追跡対象との距離の変動を考慮して、形状追跡処理を行うことも可能である。図 8 に、請求項 4 の形状追跡装置を適用したポーターロボットの構成を示す。図 8 に示したポーターロボットにおいて、超音波センサ 231 は、請求項 4 で述べた距離計測手段 114 に相当するものであり、この超音波センサ 231 による測定結果に応じて、拡大縮小部 232 がテンプレートの大きさを調整して、次のフレームにおける形状追跡の処理に供する構成となっている。

【0054】この超音波センサ 231 は、ポーターロボットの起動時には、カメラ 201 の視野中央に捉えられた物体との距離 D_0 を測定し、以降は、直前のフレームにおいて、追跡処理部 210 の最小値検出部 211 で得られた変位 (V_{xm} , V_{ym}) に応じて、追跡対象との距離 D_x を測定して、拡大縮小部 232 の処理に供すればよい。図 8 に示した拡大縮小部 232 は、請求項 4 で述べたテンプレート調整手段 115 に相当するものであり、上述した距離 D_0 と距離 D_x との比に基づいて、追跡用テンプレートを拡大縮小し、演算制御部 206 を介して相互相関処理に供する構成となっている。

【0055】この場合は、追跡対象との距離に応じて、追跡用テンプレートの大きさを調整することにより、カメラ 201 からの入力画像に捉えられた追跡対象の大きさに適した追跡用テンプレートを用いることができる。これにより、特徴画像と追跡用テンプレートとの相互相関演算によって得られるディストーションマップに、よ

りはっきりしたピークが現れることが期待できるので、テンプレートマッチングの精度を向上し、より高い精度で追跡用テンプレートで示された人物の像を追跡することができる。

【0056】このようにして、請求項 2 の形状追跡方法を適用し、追跡対象との距離に応じた追跡用テンプレートを用いて形状追跡処理を行う形状追跡装置を実現することができる。また、上述したようにして得られた追跡対象との距離をモータ制御部 222 の処理に供し、このモータ制御部 222 が、この距離に応じて、モータ 221 による台車の移動量を制御することにより、追跡対象との距離をほぼ一定に保つことができ、追跡対象の人物により安定して追従することができる。

【0057】また一方、超音波センサなどの距離センサの代わりに、ステレオ画像による 3 次元計測技術を利用してもよい。図 9 に、請求項 5 の形状追跡装置を適用したポーターロボットの構成を示す。図 9 に示した形状追跡装置は、図 8 に示した超音波センサ 231 に代えて、第 2 の視覚センサ 102 に相当するカメラ 241 と原画像メモリ 242 とを付加し、このカメラ 241 によって捉えられた画像をアナログ/デジタル変換回路 202 および画像メモリ制御部 203 を介して原画像メモリ 242 に格納する構成となっている。

【0058】また、図 9 において、距離算出部 243 は、演算制御部 206 からの指示に応じて、マッチング結果格納部 208 に格納された相関値および追跡処理部 210 で得られた追跡対象の位置を示す座標に基づいて、距離算出部 243 が追跡対象との距離を算出し、拡大縮小部 232 の処理に供する構成となっている。この場合に、演算制御部 206 は、上述したようにして、まず、原画像メモリ 204 に格納された原画像を相関演算専用 LSI 205 に入力して特徴画像を求め、更に、この特徴画像と追跡用テンプレートとを相関演算専用 LSI 205 に入力し、相関演算結果を相関結果格納部 207 を介して追跡処理部 210 の処理に供し、追跡対象の人物の像の位置を求める。

【0059】次に、演算制御部 206 は、画像メモリ制御部 203 を介して、原画像メモリ 204、242 にそれぞれ格納された 2 つの原画像を相関演算専用 LSI 205 に入力し、追跡処理部 210 で得られた位置とカメラ 201、241 の配置とによって決定されるエピポーラライン上における相関値の算出を指示すればよい。このように、演算制御部 206 からの指示に応じて、画像メモリ制御部 203 および相関演算専用 LSI 205 が動作することにより、請求項 5 で述べた相関演算手段 121 の機能を実現し、2 つのカメラ 201、241 によるステレオペア画像の相互相関を求め、追跡対象の人物の 3 次元座標の算出処理に供することができる。

【0060】また、距離算出部 243 の最小値検出部 244 は、上述したようにして得られた相関値をマッチング結

果格納部208を介して受け取り、演算制御部206からの指示に応じて相関値の最小値を検出し、検出結果を3次元座標算出部245の処理に供する構成となっている。この3次元座標算出部245は、追跡処理部210で得られた像の位置を示す座標と、上述した最小値検出部244で得られた相関値の最小値に対応する位置を示す座標とを受け取り、これらの座標を2つの入力画像において対応する点、すなわち、追跡対象の人物の像の位置を示す座標として、その3次元位置を算出すればよい。

【0061】なお、ステレオペアによる3次元座標計測に関する詳細は、例えば、「画像処理ハンドブック」機能編第1部第2、3節「幾何学的情報の変換」などを参照されたい。このように、演算制御部206からの指示に応じて、距離算出部243の各部が動作することにより、請求項5で述べた3次元計測手段122の機能を実現し、ステレオペア画像の相互相関演算結果に基づいて追跡対象の3次元位置を求め、台車を駆動するモータの制御および拡大縮小部232の処理に供することができる。

【0062】この場合は、2つの入力画像のそれぞれにおいて追跡対象の人物の像を構成する部分の情報に基づいて、追跡対象との距離が算出されるので、ポーターロボットと追跡対象との間に障害物が存在するか否かにかかわらず、追跡対象との距離を確実に求めることが可能である。また、整理番号9604215の出願明細書で述べたように、上述したようなステレオペアによる3次元計測は、障害物やランドスケープを認識しつつ、その3次元位置を求めることにより、ポーターロボットの回避行動制御などに利用することも可能である。

【0063】

【発明の効果】請求項1の形状追跡方法によれば、入力画像に対して自己相関演算を行って特徴画像を作成することにより、照明条件の変動の影響を除去するとともに、テンプレートマッチング処理に適した画像の特徴を抽出することができ、一般的な環境における形状追跡における課題を一体的問題として解決し、実時間処理を可能とすることができる。

【0064】更に、請求項2の発明を適用すれば、入力画像における追跡対象の像に適した大きさのテンプレートを相互相関処理に供することができるので、急峻なピークを持つ相関結果を得ることができ、テンプレートマッチング処理による追跡対象の位置の検出精度を向上することができる。また、請求項3によれば、自己相関演算手段による処理結果を特徴画像として相互相関演算手段に入力し、テンプレートとの相互相関処理を行うことにより、請求項1の方法を用いた形状追跡装置を実現することができる。これにより、一般的な環境における形状追跡における課題を一体的問題として解決し、時間的・空間的な変動が大きい環境における形状追跡処理を高速

化することができ、特に、相関演算専用LSIを利用することにより、形状追跡処理の実時間処理が可能となる。

【0065】更に、請求項4を適用すれば、入力画像における追跡対象の像に適した大きさのテンプレートを相互相関演算手段の処理に供することができるので、急峻なピークを持つ相関結果を得ることができ、検出手段による追跡対象の位置の検出精度を向上することができる。また、請求項5の発明を適用した場合は、2つの入力画像における追跡対象の物体の像を構成する各画素の情報を用いて追跡対象との距離を求めるので、例えば、形状追跡装置と追跡対象との間に障害物が存在するか否かにかかわらず、確実に追跡対象との距離を求めて、テンプレートの調整処理に供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の形状追跡方法の原理を示す図である。

【図2】本発明の形状追跡装置の原理ブロック図である。

【図3】請求項3の形状追跡装置の実施形態を示す図である。

【図4】自己相関演算による特徴抽出処理を説明する図である。

【図5】特徴画像の説明図である。

【図6】請求項3の形状追跡装置を適用したポーターロボットの構成図である。

【図7】請求項3の形状追跡装置の別実施形態を示す図である。

【図8】請求項4の形状追跡装置を適用したポーターロボットの構成図である。

【図9】請求項5の形状追跡装置を適用したポーターロボットの構成図である。

【図10】形状追跡技術の説明図である。

【図11】ヒストグラム処理を説明する図である。

【符号の説明】

101、102 視覚センサ

111 自己相関演算手段

112 相互相関演算手段

113 検出手段

114 距離計測手段

115 テンプレート調整手段

121 相関演算手段

122 3次元計測手段

201、241 カメラ

202 アナログ/デジタル(A/D)変換回路

203 画像メモリ制御部

204、242 原画像メモリ

205 相関演算専用LSI

206 演算制御部

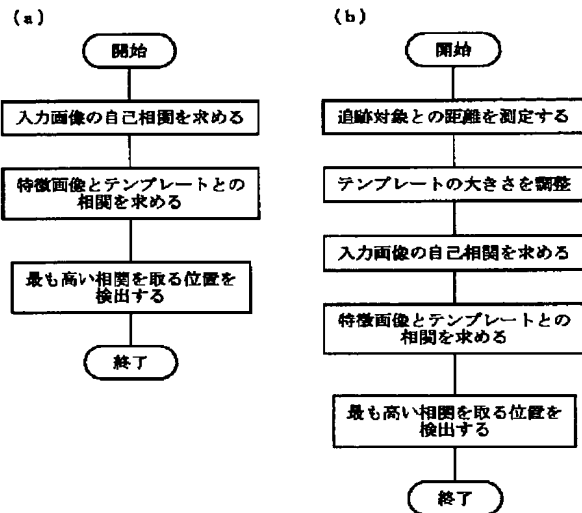
207 特徴画像格納部

208 マッチング結果格納部

209 テンプレート格納部
210 追跡処理部
211、244 最小値検出部
212 座標変換部
213 ジンバル制御部
214 ジンバル機構
221 モータ

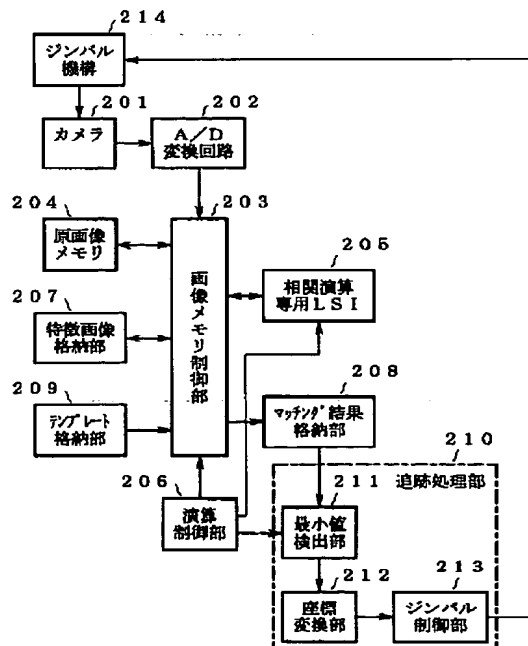
【図1】

本発明の形状追跡方法の原理を示す図



【図3】

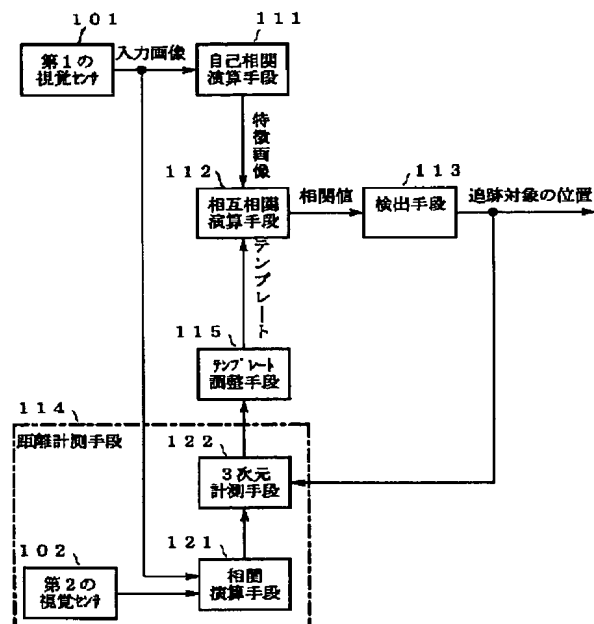
請求項3の形状追跡装置の実施形態を示す図



* 222 モータ制御部
223 テンプレート作成部
224 フレームメモリ
231 超音波センサ
232 拡大縮小部
243 距離算出部
* 245 3次元座標算出部

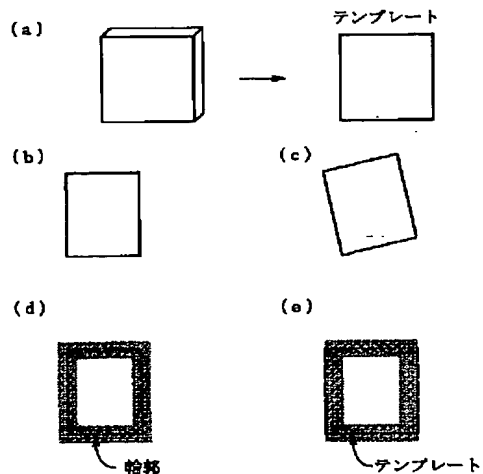
【図2】

本発明の形状追跡装置の原理ブロック図

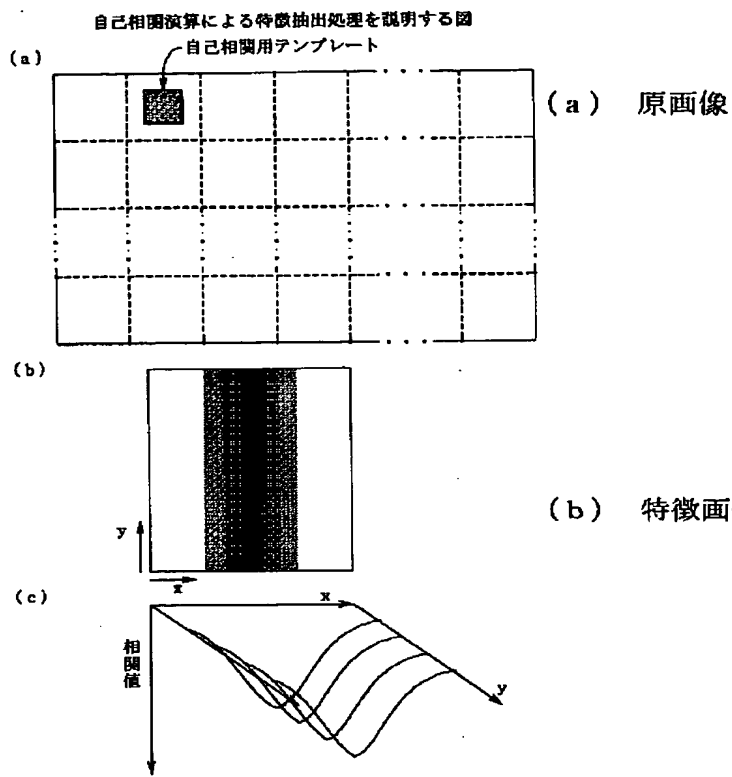


【図10】

形状追跡技術の説明図



【図4】

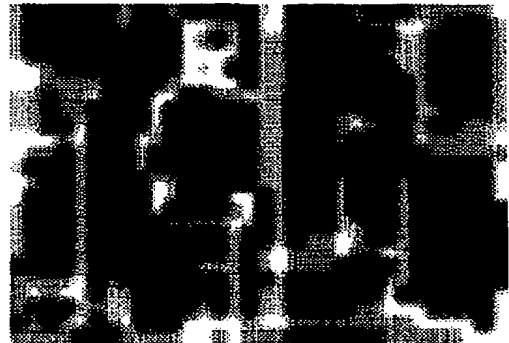


【図5】

特徴画像の説明図

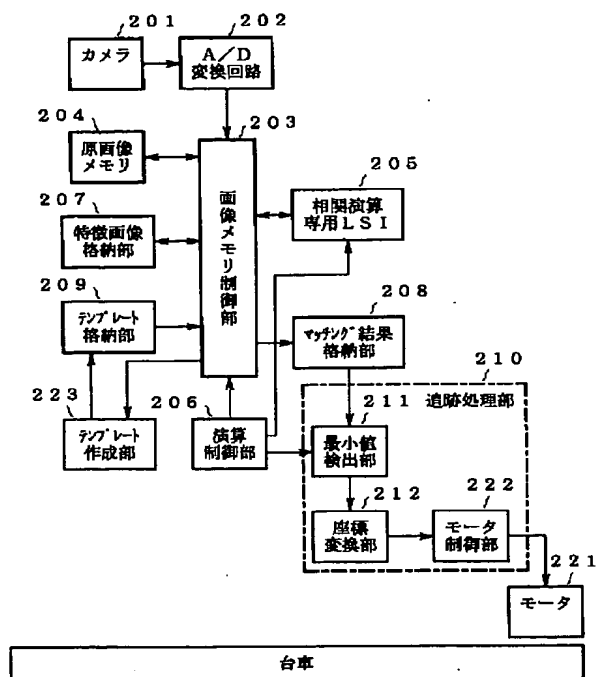
(b) 特徴画像

(c) 微分画像



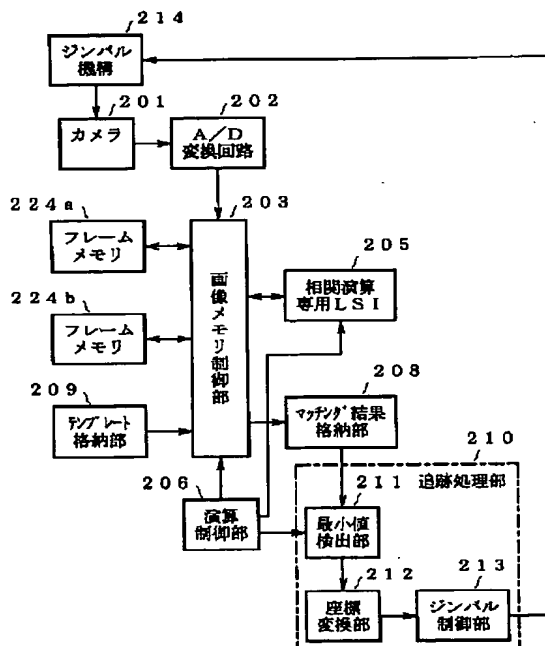
【図6】

請求項3の形状追跡装置を適用したポーターロボットの構成図



【図7】

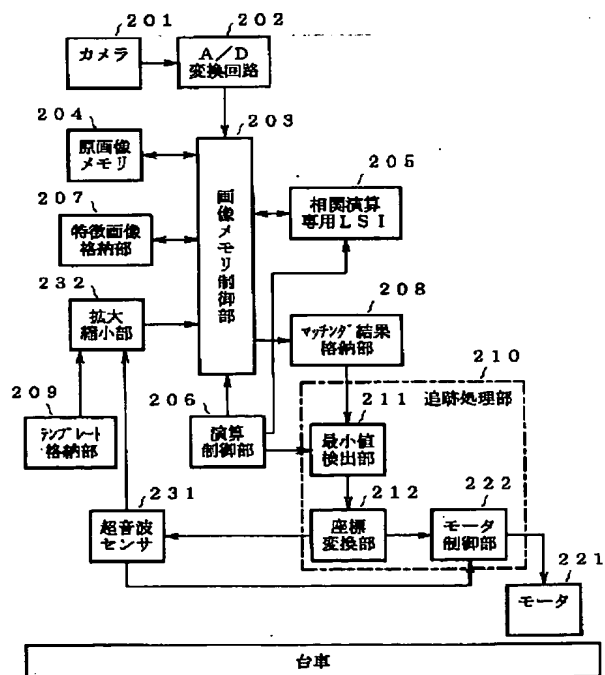
請求項3の形状追跡装置の別実施形態を示す図



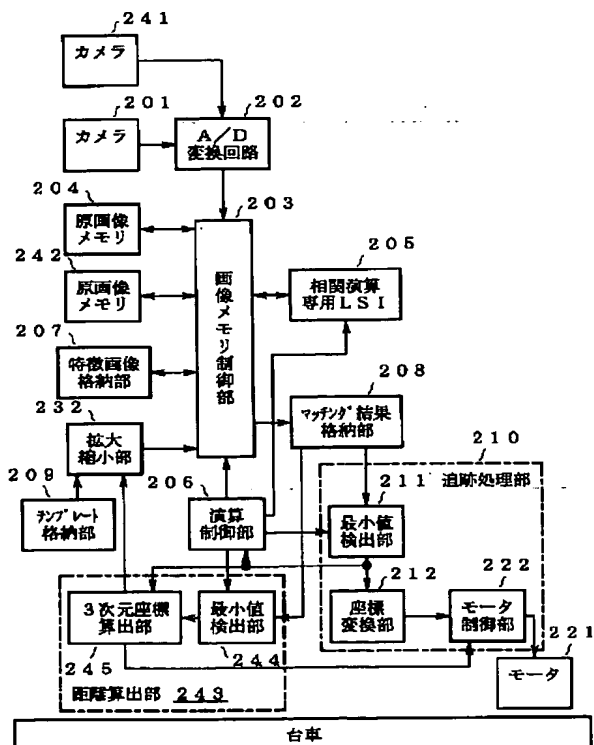
【図9】

【図8】

請求項4の形状追跡装置を適用したポーターロボットの構成図

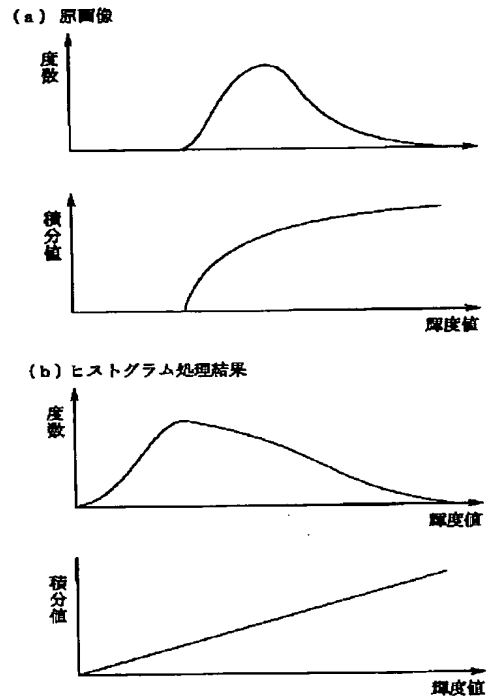


請求項5の形状追跡装置を適用したポーターロボットの構成図



【図11】

ヒストグラム処理を説明する図



【手続補正書】

【提出日】平成8年12月9日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図5

【補正方法】変更

【補正内容】

【図5】ディスプレイ上に表示された中間調画像の組み合わせによって特徴画像の特色を説明する図である。